

смагивать в качестве промежуточных коллекторов по отношению к россыпепроявлениям алмазов, формировавшимися в более позднее время.

Список литературы

1. Терешкова О.А. Роль тектоно-магматического фактора в формировании алмазоносной райгородской толщи Украинского щита / О.А. Терешкова // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – 2014. – № 45. – С. 27–37.
2. Терешкова О.А. К вопросу о стратиграфии и генезисе райгородской толщи палеоцена Украинского щита в свете ее алмазоносности / О.А. Терешкова // Науковий вісник НГУ. – 2010. – № 2. – С. 44–47.
3. Літолого-петрографічна характеристика туфітів райгородської товщі палеоцену Грузької площі Кіровоградського району / Стефанський В.Л., Терешкова О.А., Однороженко Л.Ф. // Науковий вісник НГУ. – 2009. – № 10. – С. 58–63.
4. Атлас палеогеографічних карт Української і Молдавської РСР М 1:2500000 [під ред. Д.Є. Бондарчука]. – К.: Вид. Ак. наук Укр. РСР, 1960.
5. Литология осадочного чехла УССР (палеогеографические аспекты): Материалы IV Республиканского литологического совещания (Керчь, 29 сентября – 2 октября 1987 г.) / АН УССР. Институт геол. наук. – К: Наук. думка, 1991. – 296 с.

*Рекомендовано до публікації Барановим П.М.
Надійшла до редакції 14.01.2015*

УДК 553.8 : 556.3

© П.И. Пигулевский

О СОВРЕМЕННОЙ АКТИВИЗАЦИИ ДОКЕМБРИЙСКИХ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Приведен краткий обзор некоторых особенностей тектонического строения Западно-Ингулецко-Криворожско-Кременчугской шовной зоны и Криворожско-Кременчугского глубинного разлома. Изложены результаты мониторинга за температурой подземных вод по скважине, расположенной в зоне влияния этого разлома. Показано, что Криворожско-Кременчугский глубинный разлом и вся шовная зона в определенные промежутки времени испытывают кратковременную активизацию. Сделано предположение, что и другие докембрийские разломы в это время могут переживать активизацию.

У статті наведений короткий нарис особливостей тектонічної будови Інгулецько-Криворізько-Кременчуцької шовної зони та Криворізько-Кременчуцького глибинного розлому. Викладені результати моніторингу за температурою підземних вод в свердловині, розташованій у зоні впливу цього розлому. Показане, що Криворізько-Кременчуцький глибинний розлом і вся шовна зона в певні проміжки часу пізнають короточасну активізацію. Зроблене припущення, що й інші докембрійські розломи в цей час випробовують активізацію.

Results of monitoring and interpretation of temperature parameter of underground waters in well placed in a zone of influence of the Krivorozhsko-Kremenchugsk fault of the mantle location are resulted. Evolution of modern geological processes in a Pre-Cambrian deep fault of the Ukrainian board is shown.

Введение. За прошедшие десятилетия накоплен значительный материал по мониторингу подземных вод, развернутому преимущественно в сейсмоактивных регионах для оценки сейсмической опасности территорий. Результаты гидросейсмологических исследований представлены в многочисленных публикациях зарубежных авторов [John D.Bredehoeft, John M.Farr, 1987; Paul Emily, Evelyn Roeloffs, Douglas Woodcock, Ivan Gall, Michael Manga, 2003, 2005, 2006; Jean E.Elkhoury, Duncan C.Agnew, 2005, 2006], советских, российских и украинских авторов [Монахов Ф.И., Киссин И.Г., 1980; Осика Д.Г., 1981; Вартанян Г.С., 1983; Багмет А.Л. и др., 1989; Любушин А.А. и др., 1997; Куликов Г.В.; Лущик А.В., Швырло Н.И., 2002, 2007; Волейшо В.О., 2006; Копылова Г.Н., 2006; Кочарян Г.Г., 2011]. В результате этих работ были выделены два основных аспекта гидрогеологических предвестников – гидрогеодинамический и гидрогеохимический. При этом на пороге XXI столетия с развитием базы микропроцессорной электроники начался новый этап в развитии гидрогеологических исследований, который основывается на высокоточной и непрерывной во времени регистрации изменений параметров режима подземных вод в скважинах под влиянием геодинамических процессов в литосфере. Повышение чувствительности измерительных датчиков дало возможность развить такую сеть наблюдений и в асейсмичном регионе, каким является Украинский щит (УЩ). При этом система мониторинговых наблюдений позволила получить интересную информацию о геодинамических процессах, которые проходят в докембрийском фундаменте УЩ.

Изучение режима подземных вод на Украинском щите. С октября 2007 года автором в Днепропетровской геофизической экспедиции (ДГЭ) «Днепрогеофизика» были начаты работы по изучению режима подземных вод (гидрогеодеформационного поля) в специально оборудованных для мониторинга скважинах [1-3]. Измерения выполняются автономными регистрирующими датчиками MiniDiver (производство Schlumberger) в скважине №14431 (г. Кривой Рог) глубиной 815 метров со статическим уровнем воды 106 метров (в 2009 г.) от дневной поверхности и в контрольно-градуировочной скважине на производственной базе инженерно-геофизического центра ДГЭ (г. Днепропетровск) глубиной 85 метров со статическим уровнем воды 17 м (в 2009 г.). С сентября 2009 по январь 2010 гг. и с апреля 2012 по настоящее время в скважине на базе Белозерской геофизической партии ДГЭ в пгт. Михайловка Запорожской области глубиной 220 метров и статическим уровнем воды 8 м. В г. Кривой Рог скважина расположена в зоне влияния Криворожско-Кременчугского глубинного разлома, в г. Днепропетровске и в пгт. Михайловка – в осадочном чехле, перекрывающем массивы архейских гранитоидов Среднеприднепровского мегаблока УЩ. Частота регистрации данных наблюдений с октября 2007 до июля 2008 гг. была запрограммирована на интервал в 20 минут, а в дальнейшем – на интервал 5 минут. Чувствительность ИД при регистрации уровня воды составляет 0,1 см, атмосферного давления – 1 мм. рт. ст., температуры – 0,01° С.

Особенности тектонического строения зоны Криворожско-Кременчугского глубинного разлома. ККГР рассматривается многими исследователями как разлом мантийного заложения, который отделяет с запада

Среднеприднепровский мегаблок от Западно-Ингулецко-Криворожско-Кременчугской шовной зоны (ЗИККШЗ) и прослеживается далеко за его границами [4]. Шовная зона состоит из трех структурно-формационных зон: – Западно-Ингулецкой (Кировоградской), которая прилегает с востока к Ингульскому мегаблоку; – Ингулецко-Криворожской, расположенной между Криворожско-Кременчугским и Ингулецким разломами; – Криворожско-Кременчугской, западной границей которой является Криворожско-Кременчугский глубинный разлом (рис. 1). Криворожско-Кременчугская зона разломов имеет длину 275 км, ширину – 7 км [5]. К ней приурочена Криворожско-Кременчугская структурно-формационная зона, которая пересекает УЩ в меридиональном направлении. Она достаточно хорошо изучена, поскольку в ее пределах находится наибольший в Европе докембрийский железорудный бассейн (Криворожский и Кременчугский).

ККГР очень хорошо выражен в геофизических полях и на аэрокосмоснимках. На всем своем протяжении он по-разному проявляется в изолиниях глубин залегания поверхности Мохоровичича. Данные глубинной сейсморазведки методом общей глубинной точки (геотраверс «Гранит», сейсмический профиль 02-88 ОГТ) показывают его генеральное падение на запад. Разлом трассируется через всю кору по смещению отражающих элементов и изменению петрологического состава в низах коры (по данным плотностного моделирования). Его углы падения изменяются от крутого ($75-80^\circ$) вблизи поверхности фундамента до относительно пологого в низах коры – $45-55^\circ$.

Тектонически ослабленные зоны в пределах ККГР были раскрыты в северной части Криворожской структуры при бурении Криворожской сверхглубокой скважины СГ-8. Согласно данным приведенным в монографии [6] при бурении скважины возникали аварии в интервале глубин 3612 - 3630 и 3816 - 3850 м, которые авторы связывают с наличием мощных тектонических зон, разно-ориентированных систем трещин, вдоль которых происходило обрушение пород при бурении. Результаты исследований состава и формы шлама (размером в 10 - 14 см) взятого с большого объема обрушенной породы, указывает на напряженное состояние горного массива. В главном стволе скважины СГ-8 установлено 26 тектонических зон с шириной от 5 до 15 см. Большинство зон разрушения находились в интервале глубин 3600 - 3850 м, где открытые щели составляли до 40% от общего интервала проходки (в других зонах – до 5 - 20%).

Вблизи забоя скважины (до отметки 5380 м) были также обнаружены зоны интенсивного катаклаза – измельчения и напряженного состояния геологической среды, связанные с Тарапаковским надвигом. На этих глубинах отмечено интенсивное образование пустот (до 8 - 12 см), которые вызывали обрушение ствола скважины, что и привело к ее закрытию на глубине 5432 м.

По результатам бурения были сделаны выводы, что к аварийным ситуациям при проходке скважины повлекли негативные геолого-динамические факторы, а именно, крутое падение пород ($58 - 80^\circ$) и наличие современных тектонических деформаций, которые формируют участки и зоны напряженного и разгруженного состояния. При этом зоны разгрузки являются мощными раз-

рывными тектоническими нарушениями. Напряженные участки имеют разные размеры, чаще встречается распределение напряжений асимметричного типа – постепенный ее рост в одном из интервалов и резкое снижение в конце участка.

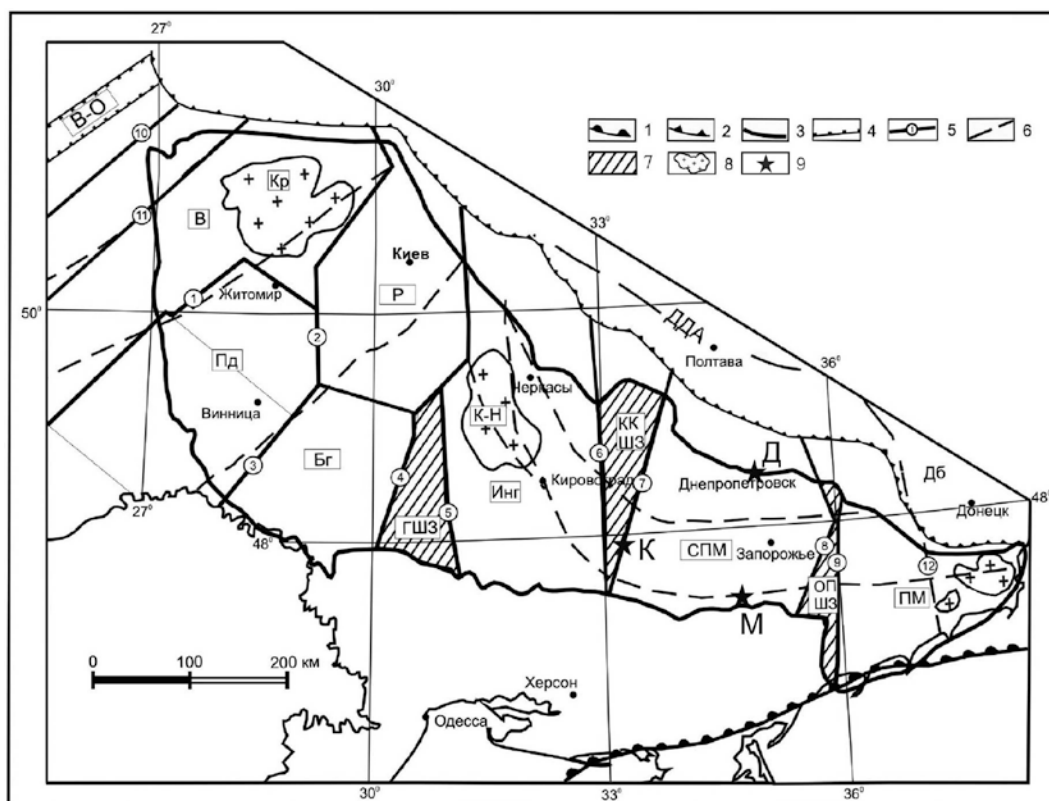


Рис. 1. Тектоническая схема Украинского щита по поверхности рифейского фундамента: 1 – граница Восточно-Европейской платформы; 2 – граница Днепровско-Донецкого авлакогена (ДДА); 3 – контуры Украинского щита; 4 – граница Волынско-Оришанской впадины (В-О); 5 – межмегаблоковые разломы (цифры в кружках): 1 – Тетеревский, 2 – Брусиловский, 3 – Немировский, 4 – Тальновский, 5 – Первомайский, 6 – Западно-Ингулецкий, 7 – Криворожско-Кременчугский, 8 – Орехово-Павлоградский, 9 – Западноприазовский (Азово-Павлоградский), 10 – Луцкий, 11 – Суцано-Пержанский, 12 – Новопавловско-Володарский; 6 – глубинные разломы по геологическим данным; 7 – шовные зоны (ГШЗ – Голованевская, ККШЗ – Западно-Ингулецко-Криворожско-Кременчугская, ОПШЗ – Орехово-Павлоградская); 8 – массивы (Кр – Коростенский, К-Н – Корсунь-Новомиргородский, В-Пр – Восточноприазовский); 9 – мониторинговые скважины: К – Кривой Рог; Д – Днепропетровск; М – Михайловка. Мегаблоки (буквы в прямоугольниках): В – Волынский; Под – Подольский; Р – Росинский; Бг – Бугский; Инг – Ингульский; СПМ – Среднеприднепровский; ПМ – Приазовский.

Зона ККГР почти на всем своем протяжении очень хорошо фиксируется по данным магнитотеллурического зондирования (МТЗ) как субвертикальный проводник. Разлом отделяет более проводящие образования с запада от него от высокоомных (до 10 000 Ом·м) на востоке. Анализ карт эффективного сопротивления и проводимости позволяет говорить о наличии в зоне разлома (в земной коре) протяженного субмеридионального проводника.

Современная активизация докембрийских разломов. С декабря 2007 г. по настоящее время при наблюдении за температурным режимом воды в скважине №14431 были зафиксированы моменты кратковременной активизации глубинных разломов зоны ЗИККШЗ и, в первую очередь, ККГР, при отсутствии каких-либо природных сейсмических процессов в этой зоне (рис. 2,3).

На рисунке 2 видно, что с начала декабря 2007 г. отмечается общий тренд повышения температуры воды, осложненный отдельными всплесками, от 11,26 – 11,27 °С до 11,30 – 11,31 °С в конце декабря и до 11,36 °С – во второй половине марта 2008 г. После чего, наступает замедление ее роста с выходом на относительно стабильные значения температуры в 11,40 °С – во второй половине июля 2008 г. В первой половине 2009 г. отмечается снижение фоновой температуры воды до 11,39 °С, а в 2010 г. и первой половине 2011 г. относительное повышение до отметок 11,41 – 11,42 °С.

Что касается всплесков температуры воды, то можно предположить, что в 2008 году напряженно-деформационные процессы в ККГР имели только сжимающий характер различной силы. В 2009 году были зарегистрированы 2 момента его активизации (раскрытия) по температурному режиму: первый начался 8 июня в 3 часа 40 минут и закончился 2 августа в 1 час 25 минут; второй начался 11 ноября в 22 часа 00 минут и закончился 29 ноября в 2 час 30 минут. Как видно на рис. 2 и 3, первое событие было слабоинтенсивным и проявилось в повышении температуры не более чем на 0,06-0,07°С. Второе событие было более интенсивным. При этом повышение температуры в отдельные отрезки времени (импульсы) составляло 0,6-0,8°С и достигало абсолютных отметок в 11,95 и 12,2°С. В 2010 году были зафиксированы 3 момента его активизации: первый начался 23 февраля в 10 час 05 мин и закончился 26 февраля в 20 час 10 мин; второй начался 19 мая в 5 час 15 мин и закончился 24 мая в 1 час 50 мин; третий начался 20 июля в 12 час 35 мин и закончился 31 июля в 12 час 15 мин. На рис. 2 и 3 видно, что импульсное повышение температуры достигало значений, соответственно 11,62°С, 11,69°С и 11,53°С, что может быть связано с увеличением мантийного потока флюидов в земную кору по раскрытому разлому. После относительного «затишья», которое продлилось с октября 2010 г. до первых чисел июня 2011 г., виден очередной всплеск на рис. 2, который начался 3 июня в 11 час 15 мин и закончился 11 июня в 13 час 35 мин. Максимальные отметки в 11,71 – 11,72 °С зарегистрированы 4 июня 2011 г., после чего значения температуры снижаются до 11,54 °С и с последующим плавным понижением и выходом 17 июня в 14 час 20 мин на устойчивую отметку в 11,41 °С.

В октябре 2010 г. (рис.2, 3) температурный показатель воды установился на стабильной отметке 11,41°С, чего не отмечалось на протяжении предыдущих трех лет наблюдений. Через два месяца после реализации катастрофического землетрясения вблизи о. Хонсю (Япония), которое состоялось 11 марта 2011г., снова возобновились слабые колебания температуры воды в пределах ±0,01-0,02 °С (рис. 2).

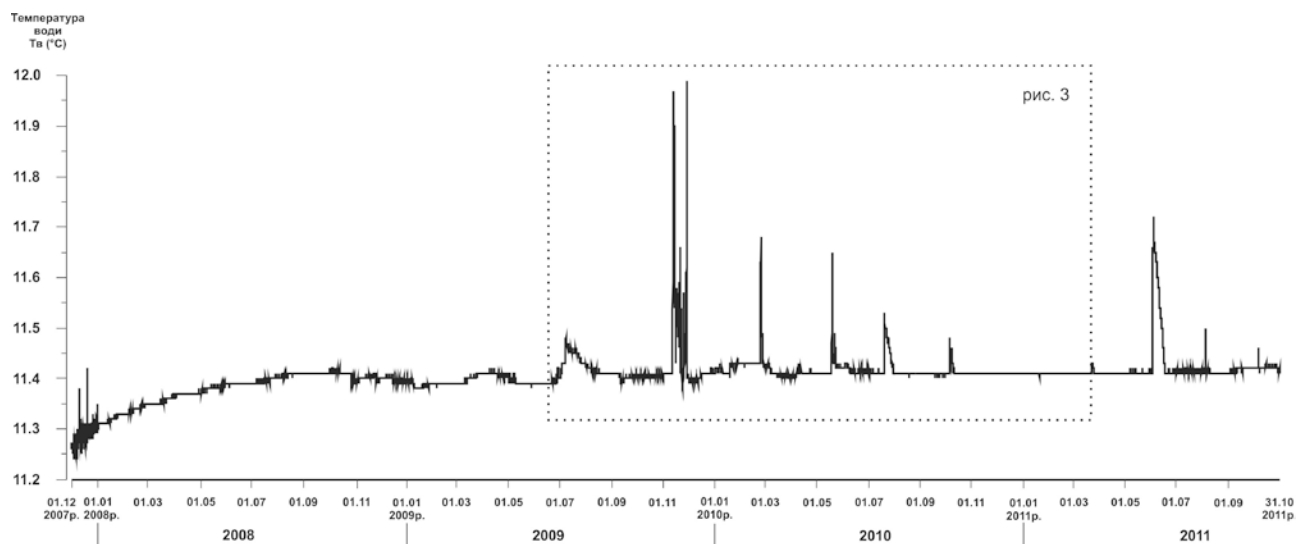


Рис. 2. График мониторинговых наблюдений за температурой подземных вод в скважине №14431 (выборка с интервалом в 60 минут)

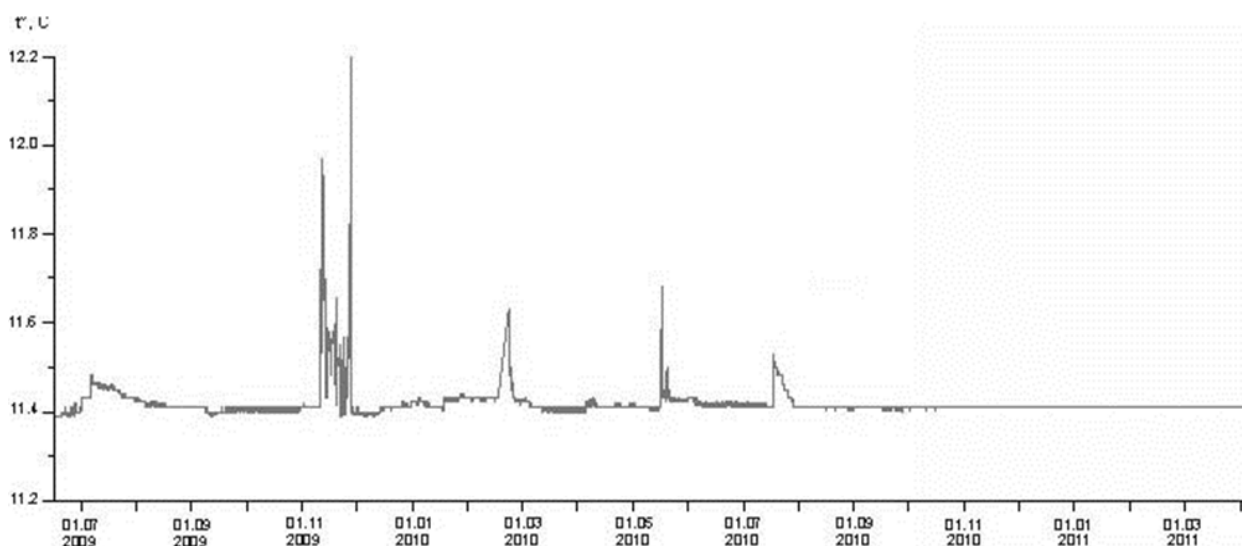


Рис. 3. График мониторинговых наблюдений за температурой подземных вод в скважине №14431 (интервал 5 минут)

Анализ полученных результатов позволяет предположить, что по такому же сценарию могут протекать и метасоматические процессы в верхних частях земной коры. В момент раскрытия разломов и оперяющих их трещин, вероятно, происходит вялотекущее замещение горных пород с изменением химического состава, при котором «растворение» старых минералов и образование новых происходит практически одновременно [Д.С. Коржинский, 1936, 1953], так что в течение очень длительного процесса замещения порода всё время остается в твердом состоянии.

Выводы. При мониторинговых наблюдениях за температурным режимом воды в скважине №14431 (г. Кривой Рог) были зафиксированы моменты кратковременной активизации глубинных разломов зоны ЗИККШЗ и, в первую очередь, ККГР. Эти данные могут быть использованы при изучении современного протекания геодинамических процессов в глубинных разломах докембрия не только УЩ. Они позволяют формировать тектонические модели глубинного

строения отдельных регионов, прогнозировать процессы образования и закономерности расположения отдельных месторождений полезных ископаемых.

Кроме того, с помощью изучения гидрогеодеформационного поля можно выполнять оценку активности различных структурных блоков в пределах зоны ЗИККШЗ, для чего необходимо создать сеть мониторинговых скважин.

Своевременная оценка повышения активности определенного структурного блока необходима для выделения участков, где возможно развитие экзогенных геологических процессов (оползней, обвалов, провалов и пр.), т.е. для оценки возможного повышения инженерно-сейсмогеологического риска.

Список литературы

1. Пигулевский П.И., Свистун В.К. Некоторые результаты автоматизированного мониторинга режима подземных вод асейсмичных территорий (на примере Днепропетровской области). *Мінеральні ресурси України*. №2. 2011. С.42-47.
2. Пигулевский П.И., Свистун В.К. Результаты мониторинга гидрогеодинамических параметров подземных вод в асейсмичных регионах Украины (Днепропетровская область) // *Геодинамика. Материалы международной научной конференции "Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды"*. Львов: Изд-во Львівської політехніки: №2 (11) 2011. С.241-244.
3. Пигулевский П. И. Неотектоника, геодинамика и сейсмичность докембрийских щитов (на примере восточной части УЩ) // *Научный вестник НГУ Украины*. – 2011. – № 6. – С. 5–12.
4. Геолого-геофизическая модель Криворожско-Кременчугской шовной зоны Украинского щита / [Азаров Н.Я., Анциферов А.В., Шеремет Е.М. и др.]; под ред. Н.Я. Азарова. – К.: Наук. думка, 2006. – 196с.
5. Гинтов О.Б. Зоны разломов Украинского щита. Влияние процессов разломообразования на формирование структуры коры // *Геофиз. журн.* – 2004. – 26, № 3. – С. 3 – 24. *Державна геологічна карта України. Масштаб 1: 200000. Аркуш L-36-IV (Кривий Ріг)/ Укладачі: В.В. Захаров, А.В. Мартинюк, Ю.М. Токар.* – Київ: Геоінформ, 2002. – 101 с.
6. Курлов Н.С., Шеремет Е.М., Козарь Н.А., Гурский Д.М., Гейченко М.В. и др. Криворожская сверхглубокая скважина СГ-8. Донецк, Ноулиндж, 2011, 555 с.

*Рекомендовано до публікації д. г. -м.н. Тяпкіним К.Ф.
Надійшла до редакції 26.12.14*

УДК 551.71.72

© А.И. Каталенец

К СТРАТИГРАФИИ ПРИАЗОВСКОЙ ЧАСТИ УКРАИНСКОГО ЩИТА. ГУЛЯЙПОЛЬСКО-ПРИМОРСКАЯ, СЕВЕРНАЯ ЗОНЫ ЗАВЕРШЕННОЙ СКЛАДЧАТОСТИ. СТАТЬЯ 3. СЕВЕРНАЯ ЖЕЛЕЗОНОСНАЯ ЗОНА

Детально рассмотрено внутреннее строение пачек пород в подсвитах гуляйпольской свиты и установлены взаимоотношения свиты с нижележащими образованиями для сопоставления геологического разреза с таковым в Белоцерковско-Сорокинской зоне складчатости, в частности с осипенковской свитой.